

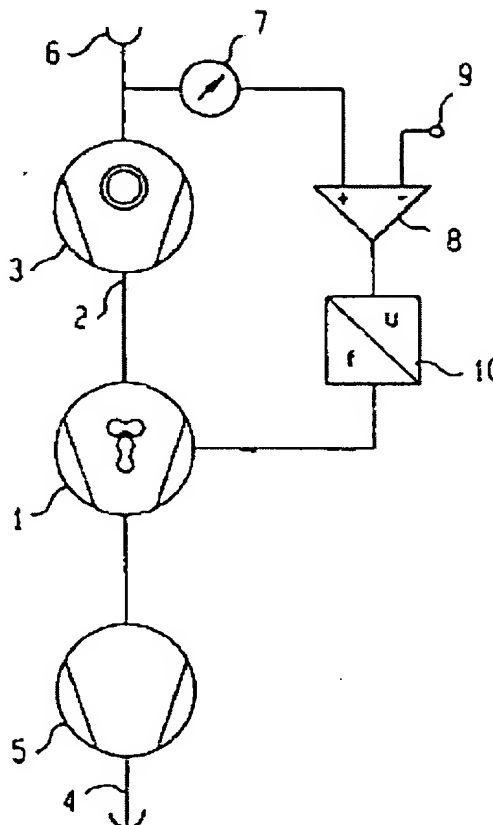
## Vacuum-pump device

**Patent number:** DE3828608  
**Publication date:** 1990-03-08  
**Inventor:** BUERGER HEINZ DIETER (DE); BRAUNSCHWEIG FALK DR (DE); SAULGEOT CLAUDE (FR)  
**Applicant:** ALCATEL HOCHVAKUUMTECHNIK GMBH (DE)  
**Classification:**  
- international: **F04C23/00; F04D27/00; F04C23/00; F04D27/00; (IPC1-7): F04C23/00; F04C29/10**  
- european: **F04C23/00C; F04C29/10F; F04D27/00**  
**Application number:** DE19883828608 19880823  
**Priority number(s):** DE19883828608 19880823

Report a data error here

### Abstract of DE3828608

The invention relates to a vacuum-pump device having a molecular vacuum pump (3) and at least one Roots pump (1) arranged upstream of the vacuum pump. According to the invention, the Roots pump (1) is equipped with means (10) for controlling the rotational speed, which means are adjusted by a signal dependent upon the pressure on the suction side of the molecular vacuum pump (3). With such a device, by a simple change in the rotational speed of the Roots pump the suction capacity of the device can be changed. The invention is usable, for example, in plasma processes which are to proceed at a pressure of between  $10^{-3}$  and 1 mbar.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑳ Aktenzeichen: P 38 28 608.4  
㉔ Anmeldetag: 23. 8. 88  
㉕ Offenlegungstag: 8. 3. 90

DE 38 28 608 A 1

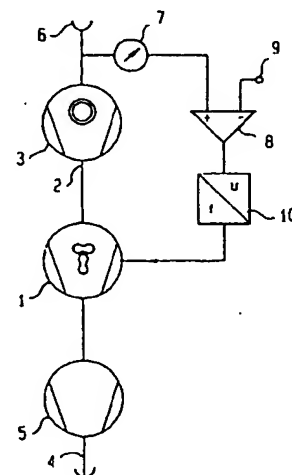
㉑ Anmelder:  
Alcatel Hochvakuumtechnik GmbH, 6980 Wertheim,  
DE  
  
㉒ Vertreter:  
Weinmiller, J., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8133 Feldafing

㉓ Erfinder:  
Bürger, Heinz Dieter; Braunschweig, Falk, Dr., 6980  
Wertheim, DE; Saulgeot, Claude, Veyrier du Lac, FR

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Vakuumpumpvorrichtung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vakuumpumpvorrichtung mit einer Molekularvakuumpumpe (3) und mindestens einer dieser vorgeschalteten Wälzkolbenpumpe (1). Erfindungsgemäß ist die Wälzkolbenpumpe (1) mit Mitteln (10) zur Steuerung der Drehzahl ausgerüstet, die von einem vom Druck auf der Saugseite der Molekularvakuumpumpe (3) abhängigen Signal eingestellt werden. Mit einer solchen Vorrichtung läßt sich durch einfache Drehzahlveränderung der Wälzkolbenpumpe das Saugvermögen der Vorrichtung verändern. Die Erfindung ist beispielsweise für Plasmaprozesse verwendbar, die bei einem Druck zwischen  $10^{-3}$  und 1 mbar ablaufen sollen.



DE 38 28 608 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vakuumpumpvorrichtung mit einer Molekularvakuum- und mindestens einer dieser vorgeschalteten Wälzkolbenpumpe.

Molekularvakuum- und Ultrahochvakuum eingesetzt, d.h. bei Drücken deutlich unter  $10^{-3}$  mbar.

Es gibt jedoch auch Molekularvakuum- und insbesondere Turbomolekularvakuum- und Ultrahochvakuum eingesetzt, d.h. bei Drücken zwischen  $10^{-3}$  und  $10^0$  mbar. Sie bieten auch in diesem Druckbereich den Vorteil sehr kleiner Abmessungen und führen zu einem Vakuum, das frei von Kohlenwasserstoffverbindungen ist.

Bei Plasmaprozessen werden häufig große Verfahrensgasmengen in den Prozeßraum eingelassen und müssen von einer Vakuumpumpvorrichtung wieder abgesaugt werden. Wichtig bei Plasmaprozessen ist auch, daß das Saugvermögen der Pumpvorrichtung möglichst genau der eingespeisten Verfahrensgasmenge angepaßt ist, wobei auch ggfs. Spülgasströme zu berücksichtigen sind, die zum Schutz von Motor und Lager in die Turbomolekularpumpe eingespeist werden.

Die Einstellung des Saugvermögens von Turbomolekularpumpen wird bisher meist durch Drosselorgane bewirkt, die sich am Saugstutzen der Turbomolekularpumpe befinden und sehr große Nennweiten haben müssen, um nicht das höchstmögliche Saugvermögen der Pumpe zu beeinträchtigen. Solche Drosselorgane sind teuer und meist träge.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Pumpvorrichtung der eingangs genannten Art so zu verbessern, daß das Saugvermögen mit einfachen Mitteln genau und schnell einstellbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Wälzkolbenpumpe mit Mitteln zur Steuerung der Drehzahl ausgerüstet ist und daß ein Druckmeßorgan auf der Saugseite der Molekularpumpe liegt, dessen Ausgangssignal die Mittel zur Steuerung der Drehzahl einstellt.

Vorzugsweise enthalten die Mittel zur Steuerung der Drehzahl einen Spannungs-Frequenzwandler, der mit einer vom Druck auf der Saugseite der Molekularvakuum- und Ultrahochvakuum abhängigen Spannung gespeist wird.

Vorzugsweise liegt zwischen dem Druckmeßorgan und dem Spannungs-Frequenzwandler ein Komparator, dem ein Sollwert zuführbar ist.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels mithilfe zweier Figuren näher erläutert.

Fig. 1 zeigt den Verlauf des Saugvermögens (in Liter pro Sekunde) in Abhängigkeit vom Ansaugdruck (in mbar).

Fig. 2 zeigt schematisch eine Vakuumpumpvorrichtung gemäß der Erfindung.

In Fig. 1 sind drei Kurven A, B und C dargestellt, die das Saugvermögen dreier Pumpvorrichtungen angeben, die sich durch unterschiedliche Größen der Vorpumpen voneinander unterscheiden. Die Kurve A betrifft beispielsweise eine Pumpvorrichtung bestehend aus einer Turbomolekularpumpe und einer mechanischen Vorpumpe eines Saugvermögens von  $0,4 \text{ m}^3/\text{h}$ . Die Kurve B betrifft eine Pumpvorrichtung mit derselben Turbomolekularpumpe, aber einer Vorpumpe eines Saugvermögens von  $4 \text{ m}^3/\text{h}$ , während bei der Vorrichtung gemäß Kurve C eine mechanische Vorpumpe mit  $120 \text{ m}^3/\text{h}$

Verwendung findet.

Man erkennt hieraus, daß das Saugvermögen bei Ansaugdrücken unterhalb  $10^{-3}$  mbar praktisch nicht von der Größe der Vorpumpe abhängt, daß aber bei Ansaugdrücken oberhalb dieses Werts, d.h. bei Ansaugdrücken, wie sie oft bei Plasmaprozessen anzutreffen sind, das Saugvermögen der gesamten Vakuumpumpvorrichtung stark von dem der Vorpumpe abhängt.

In Fig. 2 ist schematisch eine Vakuumpumpvorrichtung gemäß der Erfindung dargestellt, bei der eine Wälzkolbenpumpe 1 an die Druckseite 2 einer Turbomolekularpumpe 3 angeschlossen ist. Zwischen der Wälzkolbenpumpe 1 und einem Auslaß 4 in die Atmosphäre ist noch eine beliebige andere mechanische Vakuumpumpe eingefügt.

Das Saugvermögen von Wälzkolbenpumpen hängt stark von der Geschwindigkeit ab, mit der die Wälzkolben in Umdrehung versetzt werden. Man könnte also die drei Kurven aus Fig. 1 als Saugvermögenskurven der Vorrichtung gemäß Fig. 2 ansehen, wobei jeweils eine andere Drehgeschwindigkeit der Wälzkolbenpumpe 1 vorliegt. In den Druckbereichen, in denen die drei Kurven deutlich voneinander abweichen, läßt sich also das Saugvermögen durch Wahl der Drehgeschwindigkeit der Pumpe 1 stufenlos verstellen. Man kann nun einen Regelkreis vorsehen, bei dem der Druck auf der Ansaugseite 6 der Turbomolekularpumpe 3 durch Verstellung der Drehgeschwindigkeit der Wälzkolbenpumpe 1 konstant gehalten wird. Der Regelkreis enthält ein Druckmeßorgan 7, das eine vom gemessenen Druck abhängige Gleichspannung liefert, einen Komparator 8, dem dieses Signal sowie über einen weiteren Eingang 9 ein Sollwert zugeführt wird, und einen Spannungs-Frequenzwandler 10, der eine Wechselspannung abgibt, deren Frequenz von der Ausgangsspannung des Komparators 8 abhängt und mit der die Wälzkolbenpumpe 1 betrieben wird. An Stelle des Komparators und des Spannungs-Frequenzwandlers könnte auch eine Regelung einrichten, die eine Gleichspannung zum Antrieb des Motors liefert, der die Wälzkolbenpumpe antreibt.

Eine Turbomolekularpumpe mit einem Nennsaugvermögen von  $380 \text{ l/s}$  (und dies ist bei Plasmaprozessen eine häufig verwendete Pumpengröße) wird mit einer Spülgasmenge von  $1 \text{ cm}^3/\text{s}$  gespült. Sie soll außerdem noch  $4 \text{ cm}^3/\text{s}$  Verfahrensgas abführen. Das Saugvermögen der Vorpumpe muß folglich  $50 \text{ l/s}$  bei  $0,1 \text{ mbar}$  betragen. Bei  $0,3 \text{ mbar}$  müssen genau  $60 \text{ m}^3/\text{h}$  von der Vorpumpe übernommen werden. Eine Drehschiebervakuumpumpe als einzige Vorpumpe müßte ein höheres Nennsaugvermögen als  $60 \text{ m}^3/\text{h}$  aufweisen, da durch die Drosselung in den Ansaugwegen das Nennsaugvermögen im Druckstutzen der Turbomolekularpumpe nicht erreicht wird. Bei der Kombination einer Wälzkolbenpumpe von maximal  $120 \text{ m}^3/\text{h}$  mit einer kleinen Drehschiebervakuumpumpe von  $12$  bis  $20 \text{ m}^3/\text{h}$  kann dagegen die anfallende Gasmenge ohne weiteres übernommen werden. Durch diese Kombination zweier verhältnismäßig kleiner mechanischer Pumpen, nämlich der Pumpen 1 und 5, läßt sich das effektive Saugvermögen auf über  $100 \text{ m}^3/\text{h}$  steigern. Zugleich läßt sich der Vorvakuumdruck durch unterschiedliche Drehgeschwindigkeiten der Wälzkolbenpumpe 1 z.B. von  $0,3 \text{ mbar}$  bei  $1700$  Umdrehungen pro Minute auf  $0,5 \text{ mbar}$  bei  $900$  U/min oder sogar auf  $1 \text{ mbar}$  bei  $650$  U/min bringen. Folglich kann über die Drehzahl dieser Wälzkolbenpumpe 1 das effektive Saugvermögen der Gesamtpumpvorrichtung mit schnellen Einstell-

zeiten so geregelt werden, daß der Vakuumdruck konstant bleibt. Sehr teure und das effektive Saugvermögen im Hochvakuum negativ beeinflussende Drosselorgane mit großen Nennweiten entfallen.

Eine vollautomatische Regelung des Arbeitsdrucks über das effektive Saugvermögen der Pumpvorrichtung wird auf der Druckseite der Turbomolekularpumpe durch automatische Drehzahlverstellung der Wälzkolbenpumpe möglich. Das Druck-Meßsignal wird in einem Komparator mit einem Sollwert verglichen; dieser verstellt die Speisefrequenz für den Synchronmotor der Wälzkolbenpumpe solange, bis Soll- und Istwert des Arbeitsdrucks übereinstimmen.

Die Erfindung ist nicht in allen Einzelheiten auf das oben beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. So kann insbesondere statt der Turbomolekularpumpe eine andere Hochvakuumpumpe, beispielsweise vom Holweck-Typ, verwendet werden.

#### Patentansprüche

20

1. Vakuumpumpvorrichtung mit einer Molekularvakuumpumpe und mindestens einer dieser vorgeschalteten Wälzkolbenpumpe, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wälzkolbenpumpe (1) mit Mitteln (10) zur Steuerung der Drehzahl ausgerüstet ist und daß ein Druckmeßorgan (7) auf der Saugseite (6) der Molekularvakuumpumpe (3) liegt, dessen Ausgangssignal die Mittel zur Steuerung der Drehzahl (10) einstellt.

30

2. Vakuumpumpvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel (10) einen Spannungs-Frequenzwandler enthalten, der mit einer vom Druck auf der Saugseite (6) der Molekularvakuumpumpe abhängigen Spannung gespeist wird.

35

3. Vakuumpumpvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Druckmeßorgan (7) und dem Spannungs-Frequenzwandler (10) ein Komparator (8) liegt, dem ein Sollwert zuführbar ist.

40

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

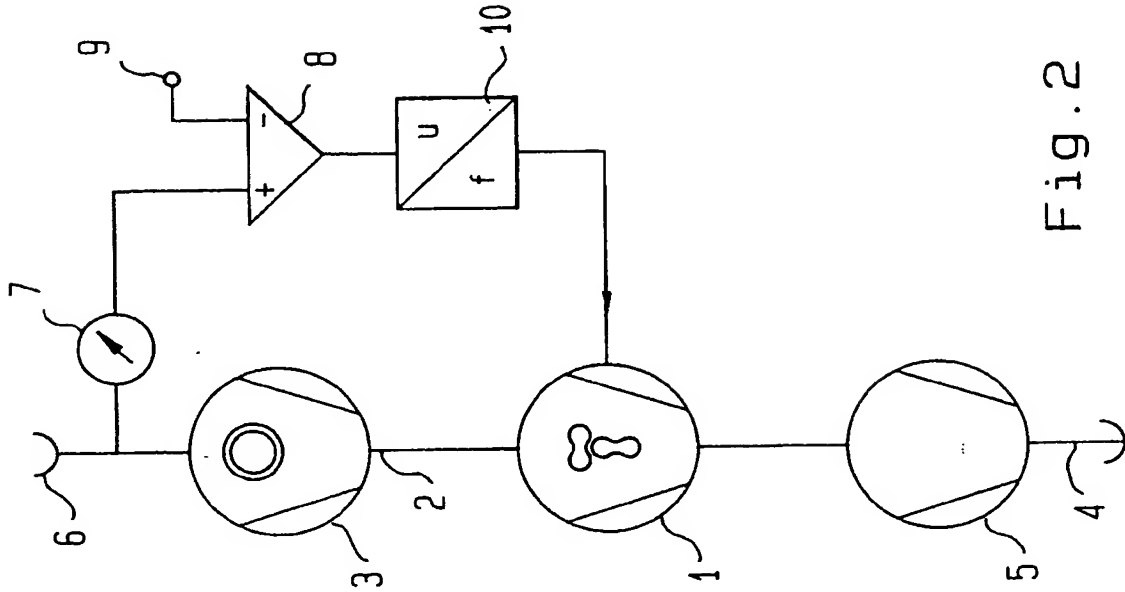


Fig. 2

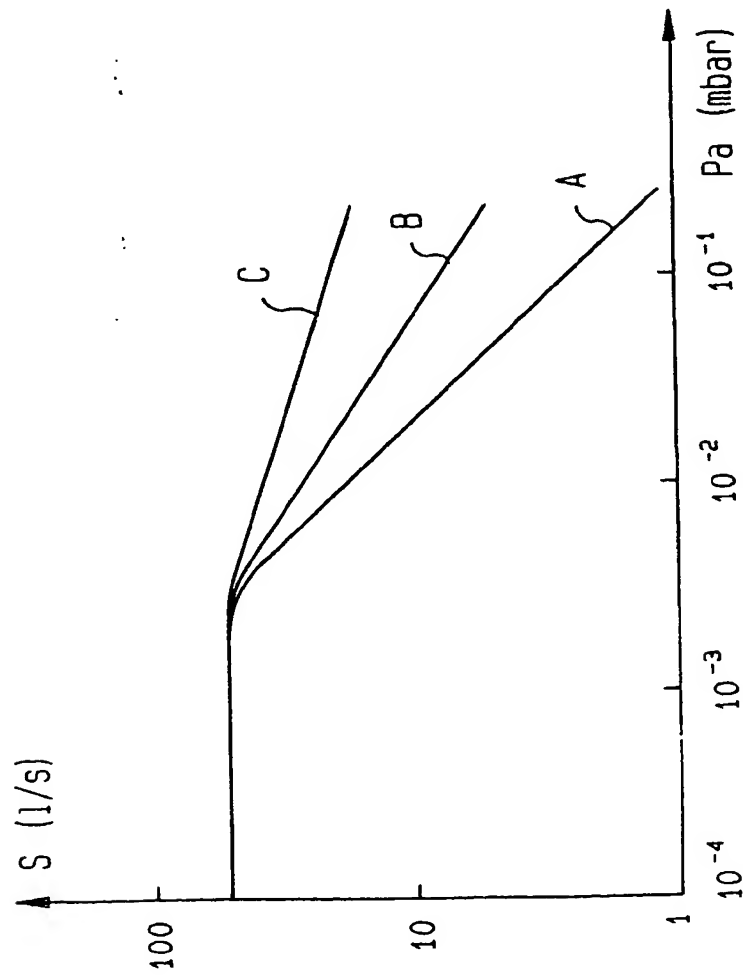


Fig. 1